

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-280255
 (43)Date of publication of application : 10.10.2000

.Cl. B29C 33/38
 B29C 45/26
 G11B 7/26
 G11B 11/10

Application number : 11-094087 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP
 Date of filing : 31.03.1999 (72)Inventor : SUGIMOTO MAMORU

PRODUCTION OF MASTER DISK

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing a highly accurate master disk capable of duplicating a metal master disk without duplicating the master disk.

SOLUTION: A process G for laminating the recording surface 110 of an original master disk having an uneven shape formed thereto and a mother master disk 114 through a resin layer 112, a process for curing the resin layer, a resin layer peeling process H for peeling the cured resin layer from the recording surface of the original master disk, an electrode processing process for applying electrode processing to the mother master disk having an uneven shape of the resin layer transferred thereto or peeled therefrom, an electroforming process I for forming a metal layer 118 to the mother master disk, to which electrode processing is applied, by electroforming and a metal master disk forming process J for forming a metal master disk 120 to which the uneven shape of the original master disk is transferred by peeling the metal layer from the recording surface to which the uneven shape of the resin layer is transferred are provided.



LEGAL STATUS

Date of request for examination]
 Date of sending the examiner's decision of rejection]
 Date of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]
 Date of final disposal for application]
 Patent number]
 Date of registration]
 Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 Date of extinction of right]

6/23/2004

DA412280255P1.htm

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ding according to claim 7 which is the rigidity of the material which has the rigidity which is not destroyed physically with the tensile stress or compressive stress of a metal layer formed of said electrocasting.

m 10] Said exposure is the manufacture approach of the original recording according to claim 7 performed by laser

m 11] Said acid-resisting layer is the manufacture approach of the original recording according to claim 7 which has the reflective reduction function which decreases the reflection from said former original recording front face to said exposure wavelength.

m 12] The manufacture approach of original recording according to claim 7 that said acid-resisting layer is the dielectric material of a high refractive index [photoresist / said].

m 13] Said acid-resisting layer is the manufacture approach of the original recording according to claim 7 which is a multilayer structure of the high refractive-index film and the low refractive-index film from the high refractive-index film or said photoresist in said photoresist of a monolayer.

m 14] The manufacture approach of the original recording according to claim 7 which performs the process with which the recording surface of former original recording and mother original recording in which the shape of toothing formed are stuck and united through a resin layer in a vacuum environment.

m 15] The process with which the recording surface of former original recording and mother original recording in which it is the manufacture approach of the original recording by imprinting the shape of toothing formed in the recording surface, and the shape of toothing was formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said former original recording, The process with which the recording surface of mother original recording and the Sun original recording in which the shape of toothing was formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said mother original recording, The electro-treatment process which performs electro-treatment to the Sun original recording which imprinted the shape of toothing of said resin layer, and exfoliated, exfoliating said metal layer from the recording surface by which the shape of the electrocasting process which forms metal layer in said Sun original recording by which electro-treatment was carried out by electrocasting, and toothing of resin layer was imprinted The manufacture approach of the original recording characterized by having the metal original recording formation process which forms the metal original recording by which the shape of toothing of said original recording was imprinted.

m 16] The manufacture approach of the original recording according to claim 15 which performs the process with which said original recording and mother original recording are stuck and united with through a resin layer, and a process and mother original recording, and the Sun original recording are stuck and united through a resin layer in a vacuum environment.

m 17] The quality of the material of said mother original recording and said Sun original recording is the manufacture approach of the original recording according to claim 15 which is the quality of the material which has the rigidity which is not destroyed physically with the tensile stress or compressive stress of a metal layer formed of said electrocasting.

translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

NOTICES *

Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

TAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[01] Field of the Invention] objects for super-high density information record carriers, such as FFR (Far Field Recording) represented by OAW (Optically Assisted Winchester) which combined the optical recording technique in which the information record carrier and ***** in which read-out or writing is possible are activating this invention optically using laser, and the magnetic-recording technique, or NFR (Near Field Recording), -- it is related with the manufacture approach of highly precise original recording.

[02] Description of the Prior Art] There are super-high density information record carriers represented by OAW (Optically Assisted Winchester) which combined the optical recording technique which began to be optically studied the information carrier in which read-out or writing is possible, and recently using laser, and the magnetic-recording technique, such as FFR (Far Field Recording) or NFR (Near Field Recording), among the information record carriers.

[03] The manufacture approach of a general information record carrier is shown below.

[04] A guide rail (groove) and a synchronizing signal for optical pickup and the magnetic head to carry out tracking with high precision, La Stampa equipped with concavo-convex patterns, such as PURIPITTO on which the information itself, such as address information, music, and an image, was recorded, is used. By imprinting that concavo-convex pattern by approaches, such as an injection-molding method or 2P (Photo Polymer) law using ultraviolet-rays hardening resin, a substrate is produced and an information record carrier can be produced by preparing an information layer on a substrate formatted by this concavo-convex pattern.

[05] The example of the manufacture approach (mastering) of conventional La Stampa is explained with reference to drawing 7 (A-F). On the glass original recording 400 in which the photosensitive ingredient layer 402 was formed, responding to (drawing 7 A and B) and the format to record, light modulation is carried out, it exposes and records the laser beam continuously, and the exposure part 404 is formed (drawing 4 C). The photosensitive ingredient exposed by the above-mentioned exposure forms the metal layer 418 by becoming a concavo-convex pattern by development (drawing 7 D), and plating on the front face (drawing 7 E), and La Stampa by which the concavo-convex pattern concerned was imprinted by the surface of metal is produced (drawing 7 F).

[06] Next, generally, in the case of an injection-molding method, it is using the good ultraviolet-rays hardening resin a mold-release characteristic with La Stampa in the case of 2P law usually being able to produce about 100,000 substrates from La Stampa of one sheet, and a replica's being taken using ultraviolet-rays hardening resin, and 1 million substrates production is also possible for it.

[07] To the appearance explained above, CD, CD-R, MD and DVD, DVD-R, DVD-RAM, In information record carrier support like OAW which made DVD-RW, optical memory support like HD-DVD, the optical disk technique, and the magnetic-disk technique coalesce The signal quality reproduced [which was reproduced and recorded] in the information layer by which the surface roughness and the configurations of a concavo-convex pattern, such as a groove of the substrate by which replica production was carried out from La Stampa by approaches, such as an injection-molding method or 2P law using ultraviolet-rays hardening resin, and PURIPITTO, are formed on it influenced greatly. Furthermore, if it explains concretely, the surface roughness and the configurations of a concavo-convex pattern, such as a groove of a substrate and PURIPITTO, will imprint the surface roughness and the configurations of a concavo-convex pattern, such as a groove of La Stampa, and PURIPITTO, correctly at 90% or more rate of an imprint. That is, the surface roughness of La Stampa and toothing-like control are becoming a very important technique.

[08] The surface roughness of the groove section or a land and the granularity of the slant face between groove

THIS PAGE BLANK (USPTO)

tion-lands affect the S/N ratio of the readout signal acquired from an information record carrier as high density record will progress, if an example is shown. Moreover, also in PURIPITTO on which the information itself, such as a synchronizing signal, address information, music, and an image, was recorded, the signal quality acquired from this PURIPITTO with the configuration of that PURIPITTO itself, the edge configuration of PURIPITTO, the include angle of a PURIPITTO slant face, etc. serves as an important factor which has big effect.

109] The mastering process of the general La Stampa manufacture which produces conventional CD, conventional DVD, etc. is shown briefly still more concretely below.

110] The photoresist which is a photo conductor is applied on with a diameter thickness [6mm thickness of 200mm] glass original recording, sensitization record is carried out by the laser beam which synchronized with the information signal at this resist, using a guide rail, PURIPITTO, etc. of a predetermined configuration as a latent image, and a concavo-convex pattern is produced by developing this. Nickel-Lynn radio community plating and a nickel spatter form surface electrode processing on the front face, electroplating of nickel is performed on it, from glass original recording, it is exfoliated and diameter[of inside and outside]-processed, rear-face polish of La Stampa is carried out, a desired La Stampa is produced. However, by this approach, the surface roughness of a resist front face and a resist slant side is imprinted by the La Stampa front face, a substrate imprints with injection molding etc. further, and degradation of the signal quality acquired from the information record carrier produced by preparing an information carrier in that substrate occurs. The problem that especially a noise becomes high will occur.

111] Then, the approach which used quartz original recording and silicon original recording instead of the glass original recording of the conventional mastering mentioned above began to be developed towards the super-high density information record carrier more than 10GB [/square] inch developed from now on.

112] The oxide which can be etched into JP,59-224320,A and JP,61-68746,A on a semi-conductor wafer is covered in a thickness corresponding to several [of the wavelength of the read laser beam of an optical storage disk unit / 1/], and a technique controlled as the depth of the servo track which shows this oxide coat thickness to optical read / write speed is indicated. However, this approach is an approach which does not etch the semi-conductor wafer itself, in order that an oxide coat may remain to a master, the surface roughness of the oxide coat itself and the surface roughness of the oxide skin etching cross-section influence, and, as for the optical storage disk produced from this master mold, it deteriorates.

113] Moreover, in order to use a quartz and silicon for the mold for plastic molding directly at JP,5-220751,A, as compared with the approach using conventional nickel La Stampa, it was weak in ingredient and the technical problem exists in durability as mold for shaping.

114] Then, the shape of toothing is copied to metal original recording from silicon original recording, and the technique which produces a replica substrate by metal original recording is devised. For example, the technique of manufacturing La Stampa is indicated by making a metal thin film and an oxide film form on the silicon wafer shape[of toothing]-formed in JP,4-259936,A, JP,4-259938,A, and JP,5-12722,A, and forming a metal by electrocasting further. However, when reproducing metal original recording from silicon original recording on these conventional techniques, there was a problem that the metal thin film and oxide film which were formed in the recording surface of silicon will separate, or silicon original recording will break with the stress of a electrocasting layer.

115] Furthermore, when a photoresist was exposed by the laser beam using the silicon original recording by which the readout was carried out, the problem that silicon original recording, the laser beam return light from the interface of a photoresist, and the original laser beam interfered, and the concavo-convex fault of an etching slant surface part occurred in the resist etching cross section by which the development was carried out occurred. This is similarly generated, when forming a metal for the purpose, such as a mask thin film, on quartz original recording or glass original recording.

116] This phenomenon is explained concretely.

117] For example, if 600-nanometer NEGAREJISUTO is applied and laser beam wavelength is exposed and developed to silicon original recording using 350 nanometers of Kr laser, the intensity distribution of a standing wave, i.e., laser, will occur in $350 / \text{pitch of } 2 = 175$ nanometers. That is, the knot whose laser power is zero in the location of 88 nanometers, 350 nanometers, and 525 nanometers was made from the silicon original recording front face, and laser power became max and the intensity distribution showed that the problem that the concavo-convex fault of three etching slant surface parts occurs occurred in the photoresist cross section developed after laser exposure in the location of 88 nanometers, 263 nanometers, and 438 nanometers.

118] Next, a concavo-convex problem is mentioned as an example and a rewriting mold mini disc is explained.

119] In the conventional mastering, the coat of the photoresist of POJITAIPU is carried out to glass original recording, and an erasable mini disc format signal is modulated using Ar or Kr laser beam. FM modulation of the hour

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ry is carried out, and this mini disc form is recorded on a groove as a WOBBLE (wobbling) signal of ADIP (Address In Pregroove). It is the mini disc which formed the magneto-optic-recording film in the substrate produced in this La Stampa. In the case of this method, it is the method which records music information and is reproduced by upper and lower sides of magnetization in a magneto-optic-recording layer, making absolute time of the groove as a reference, and distinction is needed with the land between grooves. Since absolute time is recorded on the groove in the case of this method, record playback cannot be carried out on the land between grooves. It is because a separate absolute time signal will be acquired from the groove signal of both the sides of a land. Although the groove section serves as concave as a substrate in the mini disc system, since an optical pickup writes through a substrate, the groove section is a convex if it sees from a pickup side.

[20] As mentioned above, the part (this is usually called a groove) exposed by laser in mastering which used JIREJISUTO serves as a crevice by photoresist coat glass original recording with heights and the polycarbonate substrate which carried out injection molding at a crevice and nickel La Stampa (the nickel-plating plate which carried the direct replica from glass original recording is also called a metal master). If mastering of the mini disc system is carried out using NEGAREJISUTO, since the tracking of the minidisc player will be carried out to this land instead of a groove since the groove which the groove section became a convex and saw the substrate finally produced from the optical pickup is concave and absolute time is not recorded on a land, a system stops or hangs up.

[21] Problem(s) to be Solved by the Invention] It is offering the manufacture process which can reproduce metal original recording, without destroying original recording by having made this invention in view of the above-mentioned trouble, and the first technical problem's imprinting the shape of tothing of original recording in view of the above-mentioned trouble using a process without a possibility that plating may separate from original recording or stress may act on original recording, and manufacturing metal original recording.

[22] Furthermore, the second technical problem of this invention is offering the manufacturing technology which it is manufacturing technology] mastering in silicon original recording, metal thin film coat quartz original recording, or metal original recording, and decreases the concavo-convex fault of the etching slant surface part of the etching cross section of a photosensitive ingredient in view of the above-mentioned trouble.

[23] Moreover, the third technical problem of this invention is offering the imprint technique doubled with the irregularity to which it was not concerned with NEGAREJISUTO/POJIREJISUTO, but the concavo-convex sense's was by each specification, such as ISO optical disk specification and OAW specification, in view of the above-mentioned trouble according to the irregularity by the conventional mastering process.

[24] Means for Solving the Problem] The process with which the recording surface of former original recording and mother original recording in which it is the manufacture approach of the original recording by the first technical problem of this invention imprinting the shape of tothing formed in the recording surface, and the shape of tothing was formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said former original recording, The electro-treatment process which performs electro-treatment to the mother original recording which imprinted the shape of tothing of said resin layer, and exfoliated, By exfoliating said metal layer from the recording surface by which the shape of the electrocasting process which forms a metal layer in said mother original recording by which electro-treatment was carried out by electrocasting, and tothing of said resin layer was imprinted It is solved by the manufacture approach of the original recording characterized by having the metal original recording formation process which forms the metal original recording by which the shape of tothing of said former original recording was printed.

[25] Moreover, the acid-resisting layer formation process which is the manufacture approach of the original recording the second technical problem of this invention imprinting the shape of tothing formed in the recording surface, and forms an acid-resisting layer in former original recording, The photoresist layer formation process which forms a photoresist in the former original recording in which said acid-resisting layer was formed, The exposure process which exposes said photoresist layer to a predetermined pattern, and the tothing-like formation process which develops the exposed photoresist layer, The process with which the recording surface of former original recording and mother original recording in which the shape of tothing was formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said former original recording, The electro-treatment process which performs electro-treatment to the mother original recording which imprinted the shape of tothing of said resin layer, and exfoliated, By exfoliating said metal layer from the recording surface by which the shape of the electrocasting process which forms a metal layer in

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 mother original recording by which electro-treatment was carried out by electrocasting and toothing of said resin layer was imprinted. It is solved by the manufacture approach of the original recording characterized by having the metal original recording formation process which forms the metal original recording by which the shape of toothing of said mother original recording was imprinted.

[26] The process with which the recording surface of former original recording and mother original recording in which it is the manufacture approach of the original recording by the third technical problem of this invention printing the shape of toothing formed in the recording surface, and the shape of toothing was formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said former original recording, The process with which the recording surface of mother original recording and the Sun original recording in which the shape of toothing is formed are stuck and united through a resin layer, The process which hardens said resin layer, and the resin layer exfoliation process of exfoliating said resin layer hardened from the recording surface of said mother original recording, the electro-treatment process which performs electro-treatment to the Sun original recording which imprinted the shape of toothing of said resin layer, and exfoliated, By exfoliating said metal layer from the recording surface by which the shape of the electrocasting process which forms a metal layer in said Sun original recording by which electro-treatment is carried out by electrocasting, and toothing of said resin layer was imprinted. It is solved by the manufacture approach of the original recording characterized by having the metal original recording formation process which forms the metal original recording by which the shape of toothing of said Sun original recording was imprinted.

[27] Embodiment of the Invention] The gestalt of suitable operation of this invention is explained below, referring to a drawing.

[28] First, the first operation gestalt is explained. With this operation gestalt, La Stampa is produced according to the process shown in drawing 1 (A-E) and drawing 2 (F-J).

[29] The photoresist layer 102 (drawing 1 B) of NEGATAIPU is applied to the 8 inches silicon original recording 100 (drawing 1 A) which performed adhesion strengthening processing of HMDS etc. by the thickness of 600 nanometers, and it prebakes at 80 degrees C. Next, the laser beam was condensed with the lens with cutting equipment equipped with Kr ion laser, and sensitization record was carried out by the laser beam which synchronized with the formation signal at the resist, having used a guide rail, PURIPITTO, etc. of a predetermined configuration as the latent image (exposure part 104) (drawing 1 C). Here, the rectangle slot for groove record is produced. The concavo-convex pattern 106 is produced by developing this (drawing 1 D). When the resist of NEGATAIPU was used, the exposure part 104 exposed by the laser beam remained on the occasion of development, and the part which is not exposed was removed. Next, postbake is carried out at 130 degrees C. The photoresist remains to heights. The front face of the silicon original recording 100 is exposed to a crevice.

[30] This residual photoresist is used as a mask, for example, reactive ion etching is applied using the gas of CF₄. In the thing of a parallel monotonous mold as equipment of ion etching, as etching conditions, by the frequency of 56MHz, power 100W, 2Pa of gas pressure, and quantity-of-gas-flow 80sccm, it processed by dry etching (108) for 10 minutes, and carried out (drawing 1 E-108). Next, since the photoresist remained as a mask to heights, O₂ gas was introduced, ashing for 400 W or 3 minutes was applied, and the residual photoresist was removed completely. The etching ratio of the photoresist of used NEGATAIPU is about 0.4, and has formed the slot with a depth of 150 nanometers in the silicon original recording front face. By TEM observation, the include angle of the slant face of a slot is 35 degrees, and has formed the rectangular groove 110 mostly (drawing 2 F).

[31] The silicon which equipped the silicon original recording front face produced by the above-mentioned process with concavo-convex patterns, such as a guide rail (groove) and PURIPITTO, is called a silicon master (drawing 2 F) here.

[32] Next, the original recording duplicate method which reproduces nickel La Stampa usually used from this silicon master is explained.

[33] By this method, the new original recording duplicate equipment which is used by the glass original recording in which a silicon master, nickel La Stampa, or irregularity was formed, and the conventional mastering and to which ultraviolet curing of the glass original recording with a diameter [of 200mm] and a thickness of 6mm is stuck, united and carried out, for example using ultraviolet-rays hardening resin is used. Furthermore, since the part will serve as a defect if air bubbles mix in case a silicon master and glass original recording are stuck and united with ultraviolet-rays hardening resin, this equipment has the function which can be exhausted to a vacuum.

[34] Now, an above-mentioned silicon master is fixed to the electrode holder of original recording duplicate equipment, and ultraviolet-rays hardening resin 112 is dropped on a silicon master. Next, after holding several minutes

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the vacuum which is about 1Pa which bubble does not generate from ultraviolet-rays hardening resin, and it drops glass original recording 114 which performed adhesion strengthening processing at the ultraviolet-rays hardening in 112 between a silicon master and glass original recording enabled it to extend all over a silicon master, ultraviolet-rays hardening resin is opened to homogeneity between a silicon master and glass original recording by making nitrogen into a sink and atmospheric pressure (drawing 2 G). Furthermore, with a high pressure mercury vapor lamp, ultraviolet rays are irradiated from a glass original recording side. The thickness of the obtained ultraviolet-rays hardening resin layer is about 20 micrometers.

35] Next, the glass original recording 114 and a silicon master are exfoliated. All the ultraviolet-rays hardening resins (112) that the adhesion force of ultraviolet-rays hardening resin 112 of the glass original recording 114 which carried out adhesion strengthening processing was stronger than the silicon master, and were hardened were imprinted on the glass original recording side (drawing 2 G). What is necessary is just to irradiate ultraviolet rays again, if the ultraviolet-rays hardening resin layer imprinted at the glass original recording side is in the condition of not hardening. As, the produced glass original recording which equipped the front face with concavo-convex patterns, such as a de rail (groove) and PURIPITTO, will be called the glass mother 116 here. A mother is because the irregularity which the irregularity of a master reversed is formed.

36] After this, the general conventional mastering process is applied. The glass mother's 116 produced size and a configuration can apply a mastering line unnecessary [modification of a fixture etc.], and general by supposing that it is the same as that of the glass original recording of general mastering.

37] Nickel-Lynn radio community plating and a nickel spatter perform about 0.1 micrometers of surface electrode processes on the front face of the glass mother's 116 resin layer, this is made into an electrode, electroplating of about 5-micrometer nickel is performed, and the metal layer 118 is obtained (drawing 2 I). Then, from glass original recording, it is exfoliated and diameter[of inside and outside]-processed, rear-face polish of the metal layer 118 is carried out, and desired La Stampa 120 is obtained (drawing 2 J). This nickel La Stampa is called Sun La Stampa.

38] Then, a replica is carried out to a resin substrate by injection molding or 2P law, record film, and the dielectric film and reflective film according to optical disk application are formed, and an optical disk is completed.

39] In addition, what is necessary is just to exfoliate mechanically, when the residue of a minute amount arises according to the approach of exfoliation, conditions, etc. although most residues of ultraviolet-rays hardening resin cannot be found around the silicon master which exfoliated from the glass mother 116 and all transfer to a glass mother itself.

40] According to this method, the glass mother of many sheets can produce from the silicon master of one sheet, and a La Stampa of the same number can be produced with a glass mother.

41] According to the experiment of writers, there is a track record which produced on the property duplicate Sun La Stampa of 100 or more sheets which is satisfactory at all. About a duplicate number-of-sheets limitation, it is possible to avoid the damage on breaking a silicon master at the time of a silicon master and glass mother exfoliation, or damaging arises. In the case of old mastering (for example, mastering of DVD-RAM4.7GB), if it requires only for the laser exposure time per sheet for 6 hours and there is a property top problem by it, in order to recarry out mastering the whole set, the turnover of a laser cutting facility was getting very worse, but Once the silicon master was producible according to this method, it was able to become producible [Sun La Stampa of hundreds of sheets], and the La Stampa manufacture cost was also able to be lowered by leaps and bounds or less with 1/10.

42] Next, it explains after contrasting with the first above-mentioned operation gestalt about new mastering using the production process of La Stampa by the second operation gestalt of this invention, i.e., a silicon wafer.

43] In the process of the first operation gestalt, in case it exposes by the laser beam using the silicon original recording to which the coat of the photoresist was carried out to the reflection factor from a general glass original recording front face being 5% or less since the reflection factor of the silicon of silicon original recording was 33.4%, silicon original recording, the laser beam return light from the interface of a photoresist, and the original laser beam interfere, and a possibility that the concavo-convex fault of an etching slant surface part may occur is in the resist etching cross section by which the development was carried out. This has a possibility of generating similarly, also when forming a metal as a mask thin film on quartz original recording or glass original recording.

44] then, writers can examine this technical problem wholeheartedly, and this invention persons can prevent interference with the return light from a silicon interface by forming a reflection factor reduction layer on Si wafer, before carrying out the coat of the photoresist, and can produce La Stampa with high degree of accuracy more -- a thing is carried out.

45] First, simulation of the reflective film configuration on a silicon wafer was doubled and carried out to Kr laser-wavelength of 350 nanometers.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 146] the place which investigated the glass resist and the refractive index of silicon original recording using the spectrometer -- resist $n = 1.64$ $k = 0$ Si $n = 3.48$ $k = 2.79$ it was.
- 147] In order to conduct an experiment easy, SiO_2 was chosen as Ta 2O_5 and a low refractive-index ingredient as a high refractive-index ingredient. It is the high refractive-index film about each refractive index. H Ta 2O_5 $n = 2.25$ $k = 0$ low refractive-index film L SiO_2 $n = 1.48$ When, and a refractive index and d make it as thickness, n makes λ laser wavelength in design wavelength $\lambda = 350$ nm (nano meter) and it is the three-tiered structure of 1 high refractive-index film / low refractive-index film / high refractive-index film, it is 1 from Si substrate side. H $nd = 0.207\lambda$ $d = 32.16$ nm L $nd = 0.273\lambda$ $d = 64.48$ nm H $nd = 0.151\lambda$ as $d = 23.52$ nm -- a reflection factor -- 0.03% up to -- it is lowered.
- 148] In addition, about a wavelength property, it is 340nm. With 1.3% and 360nm 0.8% It becomes.
- 149] 2) A two-layer case is 1 from Si substrate side. H $nd = 0.197\lambda$ Thickness $d = 30.64$ nm L $nd = 0.50\lambda$ A reflection factor is 6.7% when $d = 59.12$ nm. It becomes.
- 150] 3) The case of a monolayer is 1. H $nd = 0.197\lambda$ Thickness A reflection factor is 12.3% when $d = 30.64$ nm. It becomes.
- 151] Furthermore, in the case of a monolayer, a membranous refractive index If high [about $n = 3.1$], 1% or less of reflection factors will become possible. Therefore, it becomes effective to use $n = 2.6$ with the ingredient 2 with a refractive index high as much as possible, for example, TiO_2 .
- 152] Next, in consideration of the ease of etching, it experimented in the case which uses the reflective film as a monolayer in accordance with the process shown in drawing 3 (A-G) and drawing 4 (H-1 - L).
- 153] Specifically, Ta 2O_5 was formed in the 8 inches silicon original recording 200 (drawing 3 A) by 30-nanometer vacuum evaporation as an acid-resisting layer 201 (drawing 3 B). Moreover adhesion strengthening processing of ADS etc. was performed, 700 nanometers of photoresists 202 of NEGATAIPU were applied, and it prebaked at 80 degrees C (drawing 3 C). Next, the laser beam was condensed with the lens with cutting equipment equipped with KrF laser, and sensitization record was carried out by the laser beam which synchronized with the information signal at the resist, having used a guide rail, PURIPITO, etc. of a predetermined configuration as the latent image (exposure at 304) (drawing 3 D). Here, the rectangle slot for groove record was produced. The concavo-convex pattern 206 was obtained by developing this. Next, postbake of the concavo-convex pattern was carried out at 130 degrees C. The photoresist remained to heights. The front face of the 2O_5 quart film of Ta is exposed to a crevice (drawing 3 E). This residual photoresist was used as the mask, and it was power 100W, 1Pa of gas pressure, gas CF_4 , and flow rate 50sccm, when dry etching (207) was applied, Ta 2O_5 was etched finely 30 nanometers in 72 seconds, and the silicon front face exposed conditions (drawing 3 F). The selection ratio with a resist was 0.47.
- 154] Next, dry etching (208) was applied using the gas of same CF_4 . It etched for 10 minutes by power 100W, 2Pa of gas pressure, and quantity-of-gas-flow 80sccm (drawing 3 G).
- 155] The concavo-convex fault of a place and a photoresist etching slant surface part which carried out TEM observation of a part of this sample had disappeared mostly.
- 156] Next, since the photoresist remained as a mask to heights, O_2 gas was introduced, ashing (210) for 400 W or 3 minutes was applied, and the residual photoresist was removed completely (drawing 4 H-1). Furthermore, 2OTa_5 film which remained was removed by fluoric acid, and the groove 211 was obtained (drawing 4 H-2).
- 157] In this way, the 150-nanometer rectangle slot (211) was obtained on the silicon original recording front face. The slant angle of the slant face of a slot has formed the silicon master whose slant surface part were 85 degrees, and there also no concavo-convex fault of a silicon etching slant surface part, and had a straight groove by TEM observation (drawing 4 H-2).
- 158] Moreover, it is not limited to the above-mentioned dielectric layer as a reflection factor reduction layer. There is also the approach of carrying out the coat of the resin layer of a high refractive index. Most of the place which writes the coat of the ARC (Anti Reflection Coat) agent to silicon original recording by 2000A thickness instead of Ta 2O_5 , and conducted the same experiment as the above, and the concavo-convex fault of a photoresist was not seen.
- 159] The production process of La Stampa after using the above-mentioned silicon master is the same as that of drawing 2 G-J explained with the first operation gestalt (drawing 4 I-L).
- 160] Next, the third operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 5 (A-G) and drawing 6 (H-L).
- 161] this invention persons developed the original recording duplicate equipment which can change the irregularity concerning this operation gestalt free.
- 162] Here, suppose that the part altogether exposed by laser is called a groove.
- 163] By the method which carries out record playback through a substrate like CD disk, if irregularity is seen from the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ical pickup of a player etc., in order to reverse with the irregularity as a physical configuration, irregularity was indicated as a physical configuration of a disk here.

[64] All the following irregularity shows the groove section exposed by laser.

[65] ** a POJIREJISUTO coat glass master -- since concave -> nickel master La Stampa serves as a convex, convex - injection molding or 2P shaping substrate cannot use [a concave ** NEGAREJISUTO coat glass master / a convex -> nickel mother stamper] concave -> injection molding or 2P shaping substrate with the conventional optical disc system.

[66] ** a NEGAREJISUTO coat glass master -- a convex -> nickel mother stamper -- concave -> 2P original recording duplicate glass -- convex -> -- in a concave -> nickel SANSU tamper, convex -> injection molding or 2P shaping substrate serves as [2P original recording duplicate glass performed again] concave. As another approach, as ** NEGAREJISUTO coat glass master, it becomes difficult for the include angle of a groove or the slant face of RIPITTO to take it for becoming steep, and it to take the duplicate of nickel La Stampa direct from nickel La Stampa, although, as for a concave -> nickel SANSU tamper, a convex -> nickel mother stamper also has the approach convex -> injection molding or 2P shaping substrate produces a nickel SANSU tamper from a nickel mother stamper, without going via concave 2P original recording duplicate glass (direct duplicate). Therefore, it is necessary to decide whether to take the method of a direct duplicate or 2P original recording duplicate according to the format to produce.

[67] Next A silicon wafer, quartz glass, etc. In a convex -> nickel SANSU tamper, about used super-high density stering, concave -> 2P glass original recording convex -> 2P glass original recording concave -> nickel La Stampa convex -> injection molding or 2P shaping substrate Concave [** POJIREJISUTO coat silicon master] [a concave - 2P glass original recording mother] In ** POJIREJISUTO coat silicon master, a concave -> 2P glass original recording mother concave -> nickel La Stampa for a convex -> nickel SANSU tamper Or convex -> injection molding or 2P ** In concave -> nickel SANSU tamper, convex -> injection molding or 2P shaping substrate serves as [a form substrate / a concave ** NEGAREJISUTO coat silicon master / a convex -> 2P glass original recording mother] concave.

[68] The concavo-convex translation process of this operation gestalt is indicated by drawing 5 and drawing 6.

[69] Although the case which used NEGAREJISUTO is described, the process of drawing 5 and drawing 6 only changes irregularity as it is POJIREJISUTO. Since A in the process of drawing 5 and drawing 6 to H is completely the same as that of the process A of drawing 1 and drawing 2 to H, it omits explanation here.

[70] Next, it processes on the glass mother's 316 produced front face with a fluorine compound, and surface energy is used on it. It heat-treated for 10 minutes at 100 more degrees C which specifically carried out rotation spreading of solution of $F(CF_2)_8-(CH_2)_2-Si(OCH_3)_3$, or was evaporated, and covered the glass mother front face with this molecule. It checked that surface energy fell and the exfoliation force from a photopolymer hardened material dropped several [1/] by this surface treatment compared with the unsettled time. Even when the fluorine system coating agent and siloxane system processing agent which are marketed in addition to said compound were used, there was same effectiveness. It is GARASUSAN 324 which applied the photopolymer 322 to the glass mother who performed such exfoliation processing (drawing 6 I), and carried out lamination, ultraviolet-rays exposure, hardening, and exfoliation glass original recording in the vacuum (drawing 6 J). By the effectiveness of the above-mentioned exfoliation processing, a photopolymer 322 is imprinted correctly at a GARASUSAN 324 side.

[71] The groove of GARASUSAN 324 serves as concave to the glass mother's 316 groove being a convex.

[72] Furthermore, about this GARASUSAN 324, electrotreatment and electrocasting are performed, the metal layer 3 is formed, and La Stampa (drawing 6 K) 320 (drawing 6 L) is obtained.

[73]

[Effect of the Invention] As more than explained in full detail, according to the direction for use of this invention, it becomes possible to reproduce high precision original recording easily, without destroying original recording, such as concave and a quartz.

[74] Moreover, by high precision mastering in the high silicon original recording, metal thin film coat quartz original recording, or metal original recording of a surface reflection factor, interference with return light is decreased and it becomes possible to offer quality high precision original recording.

[75] Furthermore, it becomes possible to offer the imprint technique in which the concavo-convex sense is invertible at any cost.

[translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

NOTICES *

Japanese Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

AWINGS

Figure 1]

A cross-sectional view of a wing 100. It consists of a rectangular block with diagonal hatching, representing a substrate. A thin, wavy line is attached to the top surface of the block.

100

A cross-sectional view of a wing 102. It consists of a rectangular block with diagonal hatching, representing a substrate. A thin, wavy line is attached to the top surface of the block.

102

A cross-sectional view of a wing 104. It consists of a rectangular block with diagonal hatching, representing a substrate. A thin, wavy line is attached to the top surface of the block.

104

A cross-sectional view of a wing 106. It consists of a rectangular block with diagonal hatching, representing a substrate. A thin, wavy line is attached to the top surface of the block.

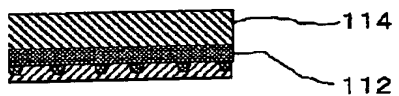
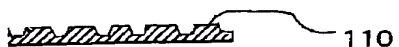
106

A cross-sectional view of a wing 108. It consists of a rectangular block with diagonal hatching, representing a substrate. A thin, wavy line is attached to the top surface of the block.

108

Figure 2]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

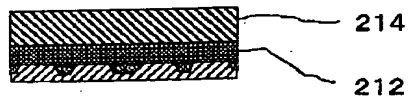
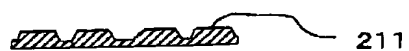


rawing 3]

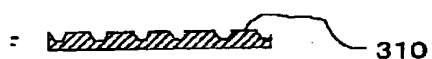


rawing 4]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

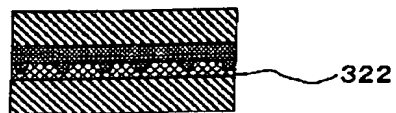


rawing 5]

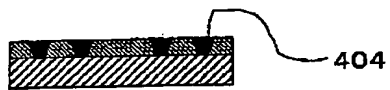


THIS PAGE BLANK (USPTO)

awing 6]



awing 7]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

anslation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-280255

(P2000-280255A)

(43) 公開日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコト* (参考)
B 2 9 C 33/38		B 2 9 C 33/38	4 F 2 0 2
45/26		45/26	5 D 0 7 5
G 1 1 B 7/26	5 0 1	G 1 1 B 7/26	5 0 1 5 D 1 2 1
11/10	5 4 1	11/10	5 4 1 D

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-94087

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 杉本 守

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 4F202 AG05 AJ07 AJ09 AM28 CA11

CB01 CD02 CD12 CD22 CD26

CD30

5D075 EE03 FG11 GG07 GG14 GG16

5D121 BA01 BA05 BB08 BB21 CB03

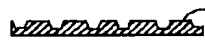
CB07

(54) 【発明の名称】 原盤の製造方法

(57) 【要約】

【課題】原盤を破壊せずに金属原盤を複製することが可能な高精度原盤の製造方法を提供する。

【解決手段】 凹凸形状が形成された元原盤の記録面(110)とマザー原盤(114)を樹脂層(112)を介して貼りあわせる工程(G)と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程(H)と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたマザー原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたマザー原盤に電鍍により金属(118)層を形成する電鍍工程(I)と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記元原盤の凹凸形状が転写された金属原盤(120)を形成する金属原盤形成工程(J)と、を備える。

F  110G  114
112H  116I  118J  120

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたマザー原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたマザー原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記元原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法。

【請求項 2】 前記原盤の組成はシリコン又は石英である請求項 1 記載の原盤の製造方法。

【請求項 3】 前記金属原盤の組成はニッケル、その合金又はその化合物のうちづれかである請求項 1 記載の原盤の製造方法。

【請求項 4】 前記マザー原盤の組成は、ガラス又は石英である請求項 1 記載の原盤の製造方法。

【請求項 5】 前記マザー原盤は、前記電鍍により形成された金属層の引張り応力又は圧縮応力により、物理的に破壊されない剛性を有する材質である請求項 1 記載の原盤の製造方法。

【請求項 6】 凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程を真空環境で行う請求項 1 記載の原盤の製造方法。

【請求項 7】 記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、元原盤に反射防止層を形成する反射防止層形成工程と、前記反射防止層が形成された元原盤にフォトレジストを形成するフォトレジスト層形成工程と、前記フォトレジスト層を所定のパターンに露光する露光工程と、露光されたフォトレジスト層を現像してレジストパターンを得て該レジストパターンを用いて凹凸形状を得る凹凸形状形成工程と、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたマザー原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたマザー原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属

層を剥離することにより、前記元原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法。

【請求項 8】 元前記原盤の組成はシリコン、金属層が形成された石英、又はシリコン層が形成されたガラス又は石英である請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 9】 前記マザー原盤の材質は、前記電鍍により形成された金属層の引張り応力又は圧縮応力により、物理的に破壊されない剛性を有する材質である請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 10】 前記露光はレーザー光によって行われる請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 11】 前記反射防止層は前記露光波長に対し前記元原盤表面からの反射を減少する反射減少機能を有する請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 12】 前記反射防止層が前記フォトレジストより高屈折率の有機材料である請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 13】 前記反射防止層は単層の前記フォトレジストより高屈折率膜、或いは前記フォトレジストより高屈折率膜と低屈折率膜との多層構造である請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 14】 凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程を真空環境で行う請求項 7 記載の原盤の製造方法。

【請求項 15】 記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、凹凸形状が形成されたマザー原盤の記録面とサン原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記マザー原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたサン原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたサン原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、

前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記サン原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法。

【請求項 16】 前記原盤とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせ工程及びマザー原盤とサン原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程を真空環境で行う請求項 15 記載の原盤の製造方法。

【請求項 17】 前記マザー原盤及び前記サン原盤の材質は、前記電鍍により形成された金属層の引張り応力又は

圧縮応力により、物理的に破壊されない剛性を有する材質である請求項15記載の原盤の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザを用い光学的に読み出し又は書き込み可能な情報記録担体や近開発が活発化している光記録技術と磁気記録技術を組み合わせたOAW (Optically Assisted Winchester) に代表されるFFR (Far Field Recording) 又はNFR (Near Field Recording) 等の超高密度情報記録担体用高精度な原盤の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】情報記録担体には、レーザを用い光学的に読み出し又は書き込み可能な情報担体や最近研究された光記録技術と磁気記録技術を組み合わせたOAW (Optically Assisted Winchester) に代表されるFFR (Far Field Recording) 又はNFR (Near Field Recording) 等の超高密度情報記録担体がある。

【0003】一般的な情報記録担体の製造方法を下記に示す。

【0004】光学ピックアップや磁気ヘッドが高精度にトラッキングする為の案内溝(グループ)や同期信号、番地情報、音楽、映像など情報そのものが記録されたプリピットなどの凹凸パターンを備えたスタンプを用いて、射出成形法又は紫外線硬化樹脂を用いた2P (Photo Polymer) 法などの方法でその凹凸パターンを転写することにより基板が作製され、この凹凸パターンでフォーマットされた基板上に情報層を設けることにより情報記録担体が作製できる。

【0005】従来のスタンプの製造方法(マスタリング)の例を図7(A~F)を参照して説明する。感光性材料層402が形成されたガラス原盤400上に(図7A及びB)、記録するフォーマットに対応して、連続的に、又は光変調してレーザビームにより露光、記録して露光部位404を形成する(図4C)。上記露光によって感光された感光性材料は、現像によって凹凸パターンとなり(図7D)、その表面にメッキを施すことにより金属層418を形成し(図7E)、当該凹凸パターンが金属表面に転写されたスタンプが作製される(図7F)。

【0006】次に、一般的に射出成形法の場合は通常一枚のスタンプから約10万枚の基板が作製可能であり、紫外線硬化樹脂を用いてレプリカをとる2P法のケースではスタンプとの離型性の良い紫外線硬化樹脂を利用することで、100万枚の基板作製も可能である。

【0007】以上説明した様にCD、CD-R、MD、DVD、DVD-R、DVD-RAM、DVD-RW、HD-DVDの様な光学メモリー担体や光ディスク技術と磁気ディスク技術を合体させたOAWの様な情報記録担体担体において、スタンプから射出成形法又は紫外線

硬化樹脂を用いた2P法などの方法でレプリカ作製された基板のグループやプリピットなどの凹凸パターンの表面粗さと形状がその上に形成される情報層に記録再生又は再生した信号品質に大きく影響する。更に具体的に説明すると、基板のグループやプリピットなどの凹凸パターンの表面粗さと形状は90%以上の転写率で正確にスタンプのグループやプリピットなどの凹凸パターンの表面粗さと形状を転写する。即ち、スタンプの表面粗さと凹凸形状のコントロールが非常に重要な技術となってきた。

【0008】一例を示すと、高密度記録が進むにつれ、グループ部やランド部の表面粗さやグループ部-ランド部間の斜面の粗さが情報記録担体から得られる読み出し信号のS/N比に影響を与える。また、同期信号、番地情報、音楽、映像など情報そのものが記録されたプリピットにおいても、そのプリピットそのものの形状、プリピットのエッジ形状、プリピット斜面の角度等により、このプリピットから得られる信号品質は大きな影響を与える重要な因子となっている。

【0009】以下に従来のCDやDVD等を作製する一般的なスタンプ製造のマスタリング工程を更に具体的に簡単に示す。

【0010】直径200mm厚み6mmのガラス原盤上に感光体であるフォトレジストを塗布し、このレジストに情報信号に同期したレーザ光等で所定形状の案内溝やプリピット等を潜像として感光記録し、これを現像することによって凹凸パターンが作製される。その表面にニッケル-リン無電界メッキやニッケルスバッタにより表面電極処理を行い、その上にニッケルの電気メッキを施し、ガラス原盤からスタンプを剥離、内外径加工、裏面研磨し所望のスタンプが作製される。しかし、この方法ではレジスト表面及びレジストエッチング面の表面粗さがスタンプ表面に転写され、更に射出成形等で基板に転写され、その基板に情報層を設けることにより作製された情報記録担体から得られる信号品質の悪化が発生する。特にノイズが高くなるという問題が発生してしまう。

【0011】そこで、今後開発される10GB/平方インチ以上の超高密度情報記録担体に向けて、前述した従来のマスタリングのガラス原盤の替りに石英原盤やシリコン原盤を用いた方法が開発され始めた。

【0012】特開昭59-224320号公報及び特開昭61-68746号公報には半導体ウエハ上にエッチング可能な酸化物を光学記憶ディスク装置の読取りレーザビームの波長の数分の一に対応する厚みに被覆し、この酸化物被膜厚みを光学読取り/書込みヘッドを案内するサーボトラックの深さとして制御する技術が開示されている。しかしこの方法は、半導体ウエハそのものをエッチングしない方法であり、酸化物被膜がマスタに残留する為、酸化物被膜自体の表面粗さや酸化被膜エッチン

5
グ断面部の表面粗さが影響し、このマスタ・モールドから作製された光学記憶ディスクはS/Nが劣化する。

【0013】また、特開平5-220751号公報には、石英やシリコンをプラスチック成形用の鋳型に直接用いる為、従来のニッケルスタンプを用いる方法と比較し、材料的に脆く、成形用鋳型としては耐用に課題があった。

【0014】そこで、シリコン原盤から凹凸形状を金属原盤に複製し、金属原盤によりレプリカ基板を作製する技術が考案されている。例えば特開平4-259936号公報、特開平4-259938号公報及び特開平5-12722号公報には凹凸形状形成したシリコンウエハ上に金属薄膜および酸化膜を形成させ、更に電鍍で金属を形成することによりスタンプを製造する技術が開示されている。しかし、これらの従来技術にはシリコン原盤から金属原盤を複製する際にシリコンの記録面に形成した金属薄膜や酸化膜が剥がれたり、電鍍層の応力によりシリコン原盤が壊れてしまうという問題があった。

【0015】更に、フォトレジストがコートされたシリコン原盤を用いてレーザービームで露光する際に、シリコン原盤とフォトレジストの界面からのレーザービーム戻り光と元のレーザービームが干渉し、現像処理されたレジストエッチング断面にエッチング斜面部の凹凸断層が発生するという問題が起きた。これは、石英原盤やガラス原盤上にマスク薄膜等の目的で金属を形成する場合にも同様に発生する。

【0016】この現象を具体的に説明する。

【0017】例えば、レーザービーム波長をKrレーザーの350ナノメートルを用い、シリコン原盤に600ナノメートルのネガレジストを塗布し、露光、現像すると、 $350/2=175$ ナノメートルのピッチで定在波、つまりレーザーの強度分布が発生する。つまり、シリコン原盤表面から175ナノメートル、350ナノメートル、525ナノメートルの位置でレーザーパワーがゼロの節ができ、また、88ナノメートル、263ナノメートル、438ナノメートルの位置で、レーザーパワーが最大となり、その強度分布により、レーザー露光後現像したフォトレジスト断面には3つのエッチング斜面部の凹凸断層が発生するという問題が起きることがわかった。

【0018】次に凹凸の問題を書換型ミニディスクを例に挙げて説明する。

【0019】従来のマスタリングでは、ポジタイプのフォトレジストをガラス原盤にコートし、ArやKrレーザービームを用い書き換え型ミニディスクフォーマット信号を変調する。このミニディスクフォーマットは時間情報がFM変調され、グループにADIP (Address In Pregroove) というWOBBLE (蛇行) 信号として記録される。このスタンプから作製された基板に光磁気記録膜を形成したものがミニディスクである。この方式の場合はグループ部の絶対時間を参照に

しながら光磁気記録層に磁化の上下で音楽情報を記録、再生する方式であり、グループ間のランドとは区別が必要となる。本方式の場合、グループに絶対時間が記録されているため、グループ間のランドで記録再生することはできない。ランドの両サイドのグループ信号から別々の絶対時間信号が得られてしまうからである。ミニディスクシステムではグループ部は基板としては凹となっているが、光ピックアップは基板を通して読み書きするため、ピックアップ側から見るとグループ部は凸となっている。

【0020】以上のように、ポジレジストを使用したマスタリングでは、レーザーで露光した部位、(通常これをグループと呼ぶ)は、フォトレジストコートガラス原盤では凹部、ニッケルスタンプ(ガラス原盤から直接レプリカしたニッケルメッキ板をメタルマスターとも呼ぶ)では凸部、射出成形したポリカーボネイト基板では凹部となる。もし、ミニディスクシステムをネガレジストを用いマスタリングすると、最終的に作製された基板はグループ部は凸となってしまう、光ピックアップからみたグループは凹であるため、ミニディスクプレーヤーはこのグループでなくランドにトラッキングされてしまい、ランドには絶対時間が記録されていないため、システムが停止、又は暴走する。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、その第一の課題は、上記問題点に鑑み、原盤からメッキが剥がれたり、原盤に応力が作用したりする恐れのないプロセスを用いて原盤の凹凸形状を転写し、それから金属原盤を製造することにより、原盤を破壊せずに金属原盤を複製することが可能な製造プロセスを提供することである。

【0022】更に、本発明の第二の課題は、上記問題点に鑑み、シリコン原盤、金属薄膜コート石英原盤又は金属原盤におけるマスタリングで、感光性材料のエッチング断面のエッチング斜面部の凹凸断層を減少させる製造技術を提供することである。

【0023】また、本発明の第三の課題は、上記問題点に鑑み、従来のマスタリングプロセスによる凹凸に合わせ、ネガレジスト/ポジレジストに関わらず、凹凸の向きをISO光ディスク規格やOAW規格等の各規格で定められた凹凸に合わせる転写技術を提供することである。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明の第一の課題は、記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたマザー原盤に

電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたマザー原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記元原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法により解決される。

【0025】また、本発明の第二の課題は、記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、元原盤に反射防止層を形成する反射防止層形成工程と、前記反射防止層が形成された元原盤にフォトレジストを形成するフォトレジスト層形成工程と、前記フォトレジスト層を所定のパターンに露光する露光工程と、露光されたフォトレジスト層を現像する凹凸形状形成工程と、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたマザー原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたマザー原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記元原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法により解決される。

【0026】本発明の第三の課題は、記録面に形成された凹凸形状を転写することによる原盤の製造方法であって、凹凸形状が形成された元原盤の記録面とマザー原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記元原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、凹凸形状が形成されたマザー原盤の記録面とサン原盤を樹脂層を介して貼りあわせる工程と、前記樹脂層を硬化する工程と、前記マザー原盤の記録面から硬化した前記樹脂層を剥離する樹脂層剥離工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写、剥離されたサン原盤に電極処理を施す電極処理工程と、前記電極処理されたサン原盤に電鍍により金属層を形成する電鍍工程と、前記樹脂層の凹凸形状が転写された記録面から前記金属層を剥離することにより、前記サン原盤の凹凸形状が転写された金属原盤を形成する金属原盤形成工程と、を備えたことを特徴とする原盤の製造方法により解決される。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に本発明の好適な実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0028】まず、第一の実施形態について説明する。本実施形態では、図1(A~E)及び図2(F~J)に示すプロセスによりスタンプを作製する。

【0029】HMD S等の密着強化処理を施した8インチのシリコン原盤100(図1A)にネガタイプのフォトレジスト層102(図1B)を600ナノメートルの

厚みで塗布し、80℃でプリバークする。次に、K r イオンレーザを備えたカッティング装置によりレンズでレーザ光を集光し、レジストに情報信号に同期したレーザ光で所定形状の案内溝やプリピット等を潜像(露光部位104)として感光記録した(図1C)。ここではグループ記録用の矩形溝を作製する。これを現像することによって凹凸パターン106が作製される(図1D)。ネガタイプのレジストを使用する場合、レーザ光で露光された露光部位104は現像の際に残存し、露光されない部位が除去された。次に130℃でポストバークする。凸部にはフォトレジストが残留している。凹部にはシリコン原盤100の表面が露出している。

【0030】この残留フォトレジストをマスクとし、例えばC F₄のガスを用い、反応性イオンエッチングをかける。イオンエッチングの装置として平行平板型のものを用い、エッチング条件として、例えば、周波数13.56MHz、パワー100W、ガス圧2Pa、ガス流量80sccmで10分ドライエッチング(108)により処理した(図1E・108)。次に凸部にはマスクとしてフォトレジストが残留している為、O₂ガスを導入し、400W、3分のアッシングをかけ残留フォトレジストを完全に除去した。使用したネガタイプのフォトレジストの選択比は約0.4であり、シリコン原盤表面に150ナノメートルの深さの溝を形成できた。溝の斜面の角度はTEM観察により85度であり、ほぼ矩形のグループ110が形成できた(図2F)。

【0031】上記のプロセスにより作製された、シリコン原盤表面に、案内溝(グループ)やプリピットなどの凹凸パターンを備えたシリコンをここではシリコンマスター(図2F)と呼ぶ。

【0032】次に、このシリコンマスターから通常使用されるニッケルスタンプを複製する原盤複製方式を説明する。

【0033】この方式では、シリコンマスター、ニッケルスタンプ或は凹凸が形成されたガラス原盤と従来のマスタリングで使用している例えば直径200mm、厚み6mmのガラス原盤とを紫外線硬化樹脂を用いて貼りあわせ、紫外線硬化させる新規な原盤複製装置を用いる。更にシリコンマスターとガラス原盤を紫外線硬化樹脂で貼りあわせる際、気泡が混入するとその部位は欠陥となるため、本装置は真空中に排気できる機能を有している。

【0034】さて、上述のシリコンマスターを原盤複製装置のホルダーに固定し、紫外線硬化樹脂112をシリコンマスター上に滴下する。次に紫外線硬化樹脂から泡が発生しない1Pa程度の真空中に数分保持した後、密着強化処理を施したガラス原盤114を降下させ、シリコンマスターとガラス原盤間の紫外線硬化樹脂112がシリコンマスター全面に拡げられるようにしたあと、窒素ガスを流し、大気圧とすることで、紫外線硬化樹脂はシリコンマスターとガラス原盤間で均一に広げる(図2

G)。更に高圧水銀灯により、ガラス原盤側から紫外線を照射する。得られた紫外線硬化樹脂層の厚さは20 μ m程度である。

【0035】次にガラス原盤114とシリコンマスターを剥離する。紫外線硬化樹脂112の密着力はシリコンマスターより、密着強化処理したガラス原盤114の方が強く、硬化した紫外線硬化樹脂層(112)は全てガラス原盤側へ転写された(図2G)。ガラス原盤側に転写された紫外線硬化樹脂層が未硬化状態であれば、再度紫外線を照射すれば良い。このように作製された、表面に案内溝(グループ)やプリピットなどの凹凸パターンを備えたガラス原盤をここではガラスマザー116と呼ぶことにする。マザーというのは、マスターの凹凸が逆転した凹凸が形成されているからである。

【0036】この後は、一般の従来のマスタリングプロセスを適用する。作製されたガラスマザー116のサイズ、形状は一般的なマスタリングのガラス原盤と同様とすることで、治具等の変更も不要で一般的なマスタリングラインを適用することができる。

【0037】ガラスマザー116の樹脂層の表面にニッケル-リン無電界メッキやニッケルスパッタにより表面電極処理を約0.1 μ m行い、これを電極とし約285 μ mのニッケルの電気メッキを施し金属層118を得る(図2I)。続いて、ガラス原盤から金属層118を剥離、内外径加工、裏面研磨し所望のスタンプ120を得る(図2J)。このニッケルスタンプをサンスタンパと呼ぶ。

【0038】この後、射出成形又は2P法などで樹脂基板にレプリカし、光ディスクアプリケーションに応じた記録膜、誘電体薄膜や反射膜を形成し、光ディスクが完成する。

【0039】尚、ガラスマザー116から剥離されたシリコンマスター周辺には紫外線硬化樹脂の残留物はほとんど無く、ほぼ全てがガラスマザーに移設するが、剥離の方法、条件等により、微量の残留物が生じる場合、機械的に剥離すればよい。

【0040】本方式によれば1枚のシリコンマスターから何枚ものガラスマザーが作製でき、ガラスマザーと多数のサンスタンパが作製できる。

レジスト	n=1.64
Si	n=3.73

であった。

【0047】実験を容易にするため、高屈折率材料として、 Ta_2O_5 と低屈折率材料としてSiO₂を選んだ。それぞれの屈折率を

高屈折率膜 H Ta_2O_5 n=2.25 k=0

低屈折率膜 L SiO₂ n=1.48 k=0

とすると、設計波長 $\lambda=350$ nm(ナノメートル)においてnは屈折率、dは膜厚、 λ はレーザー波長としたとき、

1) 高屈折率膜/低屈折率膜/高屈折率膜の3層構造と

*【0041】筆者らの実験によると特性上全く問題ない100枚以上の複製サンスタンパを作製した実績がある。複製枚数限界については、シリコンマスターとガラスマザー剥離時にシリコンマスターを割ってしまうか、傷つけてしまう等の損傷が生じるまで可能である。従前のマスタリングの場合、例えばDVD-RAM4.7GBのマスタリングでは、レーザー露光時間だけで、一枚当たり6時間要し、特性上問題があると1枚毎マスタリングし直していた為レーザーカッティング設備の回転率が非常に悪くなっていたが、本方式によればシリコンマスターをひとたび作製できれば、何百枚ものサンスタンパの作製が可能となり、スタンプ製作コストも1/10以下と飛躍的に下げることができた。

【0042】次に、本発明の第二の実施形態によるスタンプの作製プロセス、即ちシリコンウエハーを用いた新規なマスタリングについて、前述の第一の実施形態との対比の上説明する。

【0043】第一の実施形態のプロセスでは、一般的なガラス原盤表面からの反射率は5%以下であるのに対し、シリコン原盤のシリコンの反射率は33.4%であるため、フォトレジストがコートされたシリコン原盤を用いてレーザービームで露光する際に、シリコン原盤とフォトレジストの界面からのレーザービーム戻り光と元のレーザービームが干渉し、現象処理されたレジストエッチング断面にエッチング斜面部の凹凸断層が発生する恐れがある。これは、石英原盤やガラス原盤上にマスク薄膜として金属を形成する場合にも同様に発生する恐れがある。

【0044】そこで、本発明者らは、この課題を筆者らは鋭意検討し、フォトレジストをコートする前にSiウエハー上に反射率低減層を形成することで、シリコン界面からの戻り光との干渉を防ぎより高精度でスタンプの作製を行うことができること見出したものである。

【0045】まず、シリコンウエハー上の反射膜構成を350ナノメートルのKrレーザービーム波長に合わせ、シミュレーションした。

【0046】エリプソメーターを用いて、一般的なレジストとシリコン原盤の屈折率とを調べたところ、

k=0

k=2.79

すると、Si基板側から

1 H nd = 0.207 λ 膜厚 d=32.16 nm

2 L nd = 0.273 λ d=64.48 nm

3 H nd = 0.151 λ d=23.52 nm

として反射率を0.03%まで下げられる。

【0048】尚、波長特性については、340nmで1.3%、360nmで0.8%になる。

【0049】2) 2層のケースは、Si基板側から

1 H nd = 0.197 λ 膜厚 d=30.64 nm

2 $L_{nd} = 0.250 \lambda$ $d = 59.12 \text{ nm}$
 とすると反射率は6.7%となる。

【0050】3) 単層のケースは、

1 $H_{nd} = 0.197 \lambda$ 膜厚 $d = 30.64 \text{ nm}$
 とすると反射率は12.3%となる。

【0051】更に、単層の場合膜の屈折率が $n = 3.1$ 程度高ければ反射率1%以下が可能となる。従って、できるだけ屈折率の高い材料、例えば TiO_2 で $n = 2.6$ を使用することが有効となる。

【0052】次に、エッチングの容易性を考慮して、図3(A~G)及び図4(H-1~L)に示すプロセスに沿って反射膜を単層とするケースで実験を行った。

【0053】具体的には、8インチのシリコン原盤200(図3A)に反射防止層201として Ta_2O_5 を30ナノメートル蒸着により形成した(図3B)。その上に、HMDS等の密着強化処理を施し、ネガタイプのフォトレジスト202を700ナノメートル塗布し、80℃でプリベークした(図3C)。次に、Krイオンレーザを備えたカッティング装置によりレンズでレーザ光を集光し、レジストに情報信号に同期したレーザ光で所定形状の案内溝やプリピット等を潜像(露光部位304)として感光記録した(図3D)。ここではグループ記録用の矩形溝を作製した。これを現像することによって凹凸パターン206を得た。次に凹凸パターンを130℃でポストベークした。凸部にはフォトレジストが残留していた。凹部には Ta_2O_5 コート膜の表面が露出している(図3E)。この残留フォトレジストをマスクとし、条件はパワー100W、ガス圧1Pa、ガス CF_4 、流量50sccmで、ドライエッチング(207)をかけたところ72秒で Ta_2O_5 の30ナノメートルがきれいにエッチングされ、シリコン表面が露出した(図3F)。レジストとの選択比は0.47であった。

【0054】次に同じ CF_4 のガスを用い、ドライエッチング(208)をかけた。パワー100W、ガス圧2Pa、ガス流量80sccmで10分間エッチングした(図3G)。

【0055】このサンプルを一部TEM観察した所、フォトレジストエッチング斜面部の凹凸断層はほぼ消失していた。

【0056】次に、凸部にはマスクとしてフォトレジストが残留している為、 O_2 ガスを導入し、400W、3分のアッシング(210)をかけ残留フォトレジストを完全に除去した(図4H-1)。更に、残留した Ta_2O_5 膜をフッ酸で除去しグループ211を得た(図4H-2)。

【0057】こうして、シリコン原盤表面に150ナノメートルの矩形溝(211)を得た。溝の斜面の角度はTEM観察により85度であり、シリコンエッチング斜面部の凹凸断層も無く斜面部がストレートなグループを持ったシリコンマスターを形成できた(図4H-2)。

【0058】また、反射率低減層として、上記の誘電体層に限定されない。高屈折率の樹脂層をコートする方法もある。筆者らは Ta_2O_5 の替りに、ARC (Anti Reflection Coat) 剤を2000オングストロームの膜厚でシリコン原盤にコートし、上記と同じ実験をした所、フォトレジストの凹凸断層はほとんど見られなかった。

【0059】上述のシリコンマスターを用いた以後のスタンパの作製プロセスは、第一の実施形態で説明した図2G~Jと同様である(図4I~L)。

【0060】次に、本発明の第三の実施形態について、図5(A~G)及び図6(H~L)を参照して説明する。

【0061】本発明者らは本実施形態にかかる凹凸を自在に変換できる原盤複製装置を開発した。

【0062】ここでは全てレーザーで露光した部位をグループと呼ぶこととする。

【0063】CDディスクの様に基板を通して記録再生する方式では、プレーヤーの光ピックアップ等から凹凸を見ると物理形状としての凹凸と逆転するため、ここではディスクの物理形状として凹凸を記載した。

【0064】下記の凹凸は全てレーザーで露光したグループ部を示す。

【0065】①ポジレジストコートガラスマスターは凹→ニッケルマスタースタンパは凸→射出成形又は2P成形基板は凹

②ネガレジストコートガラスマスターは凸→ニッケルマスタースタンパは凹→射出成形又は2P成形基板は凸となるので、従来の光ディスクシステムでは使用できない。

【0066】③ネガレジストコートガラスマスターは凸→ニッケルマスタースタンパは凹→2P原盤複製ガラスは凸→再度行った2P原盤複製ガラスは凹→ニッケルサンスタンプは凸→射出成形又は2P成形基板は凹となる。もう一つの方法として、④ネガレジストコートガラスマスターは凸→ニッケルマスタースタンパは凹→ニッケルサンスタンプは凸→射出成形又は2P成形基板は凹

2P原盤複製ガラスを経由せずにニッケルマスタースタンパからニッケルサンスタンプを作製(ダイレクト複製)する方法もあるが、グループやプリピットの斜面の角度が急峻になるに連れニッケルスタンパからダイレクトにニッケルスタンパの複製をとるのが困難になる。従って、作製するフォーマットに応じダイレクト複製か2P原盤複製の方式をとるかを定める必要がある。

【0067】次に、シリコンウエハーや石英ガラス等を用いた超高密度マスタリングについては

①ポジレジストコートシリコンマスターは凹→2Pガラス原盤マスターは凸→ニッケルサンスタンプは凹→2Pガラス原盤凸→2Pガラス原盤凹→ニッケルスタンパは凸→射出成形又は2P成形基板は凹

又は

②ポジレジストコートシリコンマスターは凹→2 P ガラス原盤マザーは凸→ニッケルサンスタンパは凹→ニッケルスタンパは凸→射出成形又は2 P 成形基板は凹

③ネガレジストコートシリコンマスターは凸→2 P ガラス原盤マザーは凹→ニッケルサンスタンパは凸→射出成形又は2 P 成形基板は凹となる。

【0068】図5及び図6には本実施形態の凹凸変換プロセスが記載されている。

【0069】図5及び図6のプロセスはネガレジストを使用したケースが述べてあるが、ポジレジストであると凹凸が変わるだけである。図5及び図6のプロセスにおけるAからHまでは図1及び図2のプロセスAからHまでと全く同様である為ここでは説明を省略する。

【0070】次に作製したガラスマザー316の表面にフッ素化合物で処理し表面エネルギーを低下させる。具体的には $F(CF_2)_8-(CH_2)_2-Si(OCH_3)_3$ の溶液を回転塗布するか、あるいは蒸発させてガラスマザー表面をこの分子で被覆したあと100℃で10分間熱処理した。この表面処理により、表面エネルギーが低下し、フォトリソ硬化物からの剥離力が、未処理のときと比べて数分の一になることを確認した。前記化合物以外に、市販されているフッ素系コーティング剤およびシロキサン系処理剤を用いた場合でも同様の効果があった。こうした剥離処理を行ったガラスマザーにフォトリソポリマー322を塗布し(図6I)、ガラス原盤を真空中で貼り合せ、紫外線露光、硬化、剥離をしたものが、ガラスサン324である(図6J)。上記剥離処理の効果で、フォトリソポリマー322はガラスサン324側に正確に転写される。

【0071】ガラスマザー316のグループは凸であるのに対し、ガラスサン324のグループは凹となっている。

【0072】更に、このガラスサン324について、電極処理及び電鍍を行い金属層318を形成して(図6K)スタンパ320(図6L)を得る。

【0073】

【発明の効果】以上の詳述したように、本発明の用法によれば、シリコンや石英等の原盤を破壊せずに容易に高精度原盤を複製することが可能となる。

【0074】また、表面反射率の高いシリコン原盤、金

属薄膜コート石英原盤又は金属原盤における高精度マスタリングで、戻り光との干渉を減少させ、高品質な高精度原盤を提供することが可能となる。

【0075】更に、凹凸の向きを如何様にも変換できる転写技術を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原盤の製造方法の第一の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

【図2】本発明の原盤の製造方法の第一の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

【図3】本発明の原盤の製造方法の第二の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

【図4】本発明の原盤の製造方法の第二の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

【図5】本発明の原盤の製造方法の第三の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

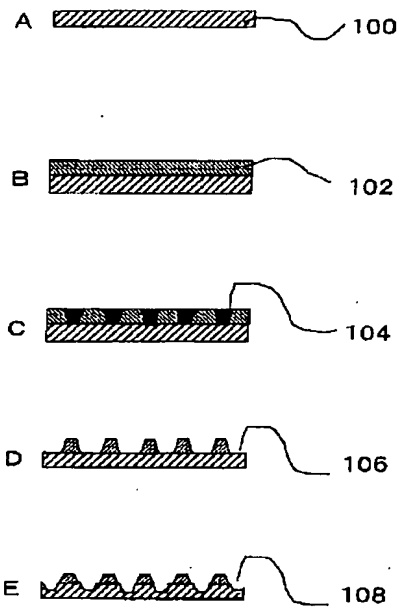
【図6】本発明の原盤の製造方法の第三の実施形態をその工程に沿って示す断面図。

【図7】従来の原盤の製造方法をその工程に沿って示す断面図。

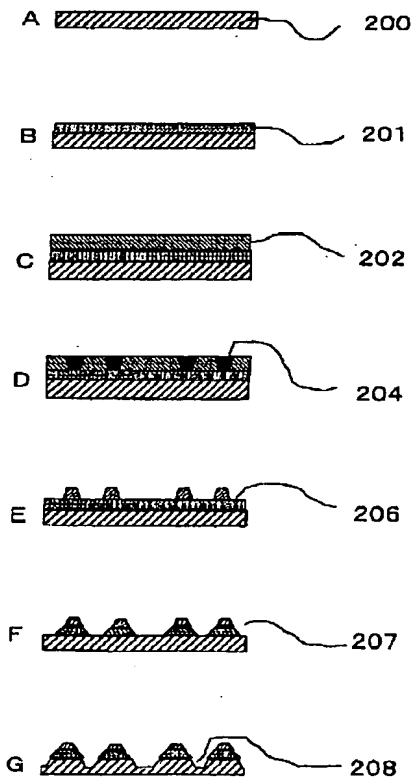
【符号の説明】

100、200、300	シリコン原盤
400	原盤
102、202、302、402	フォトレジスト層
104、204、304、404	露光部位
106、206、306、406	凹凸パターン
108、207、208、308	ドライエッチングによる処理
110、211、310	グループ
112、212、312	フォトリソポリマー
114、214、314	ガラス原盤
116、216、316	ガラスマザー
118、218、318、418	金属層
120、220、320、420	スタンパ
201	反射防止層
210	アッシングによる処理
322	フォトリソポリマー
324	ガラスサン

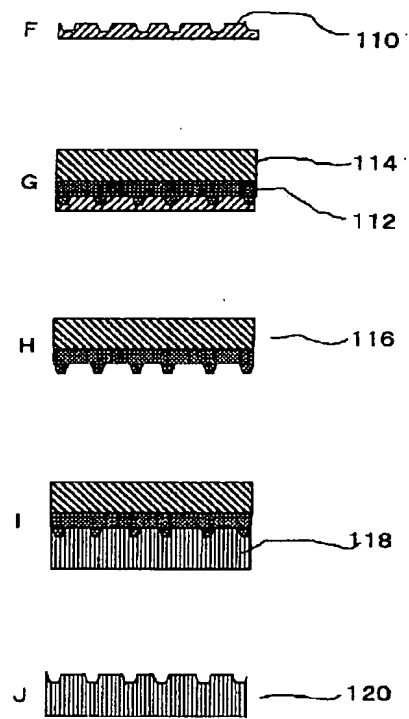
【図1】



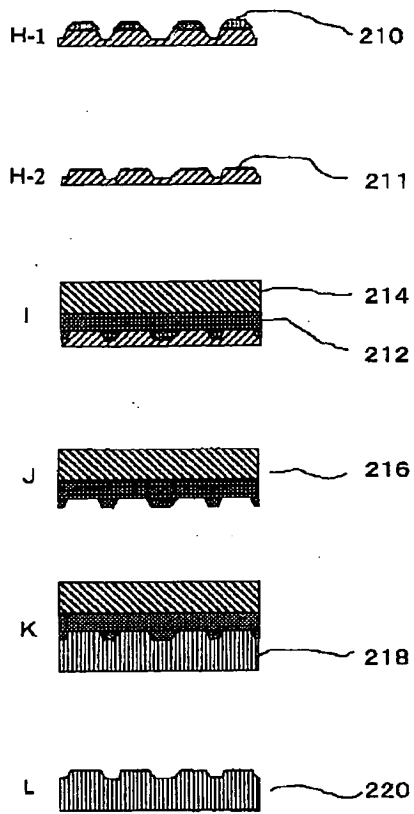
【図3】



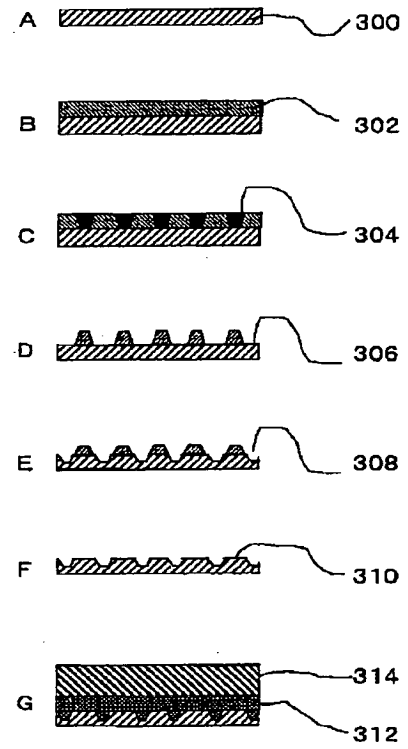
【図2】



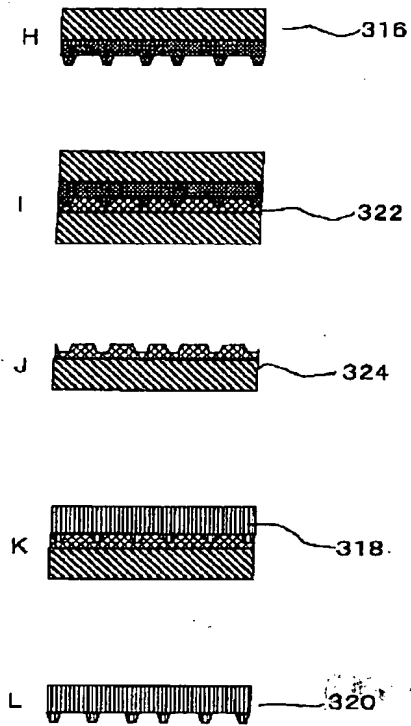
【図 4】



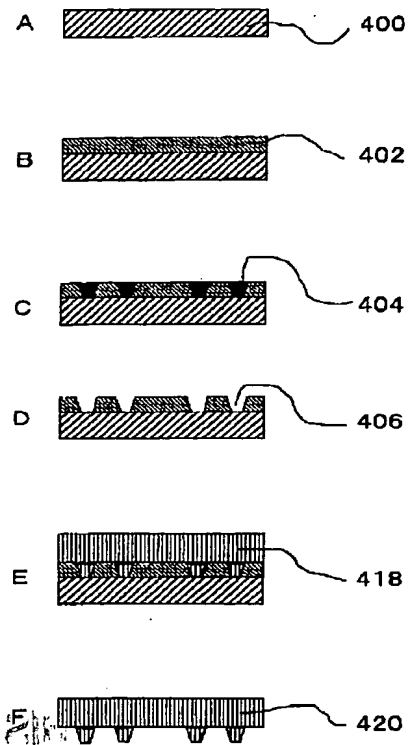
【図 5】



【図6】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)